

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-299319
(P2002-299319A)

(43)公開日 平成14年10月11日(2002.10.11)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
H 0 1 L 21/3065		C 2 3 C 14/50	E 4 K 0 2 9
C 2 3 C 14/50		16/46	4 K 0 3 0
16/46		H 0 1 L 21/205	5 F 0 0 4
H 0 1 L 21/205		21/22	5 1 1 A 5 F 0 4 5
21/22	5 1 1	21/302	N
審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願2001-95809(P2001-95809)

(22)出願日 平成13年3月29日(2001.3.29)

(71)出願人 000001122

株式会社日立国際電気
東京都中野区東中野三丁目14番20号

(72)発明者 竹林 基成

東京都中野区東中野三丁目14番20号 株式
会社日立国際電気内

(74)代理人 100085637

弁理士 梶原 辰也

最終頁に続く

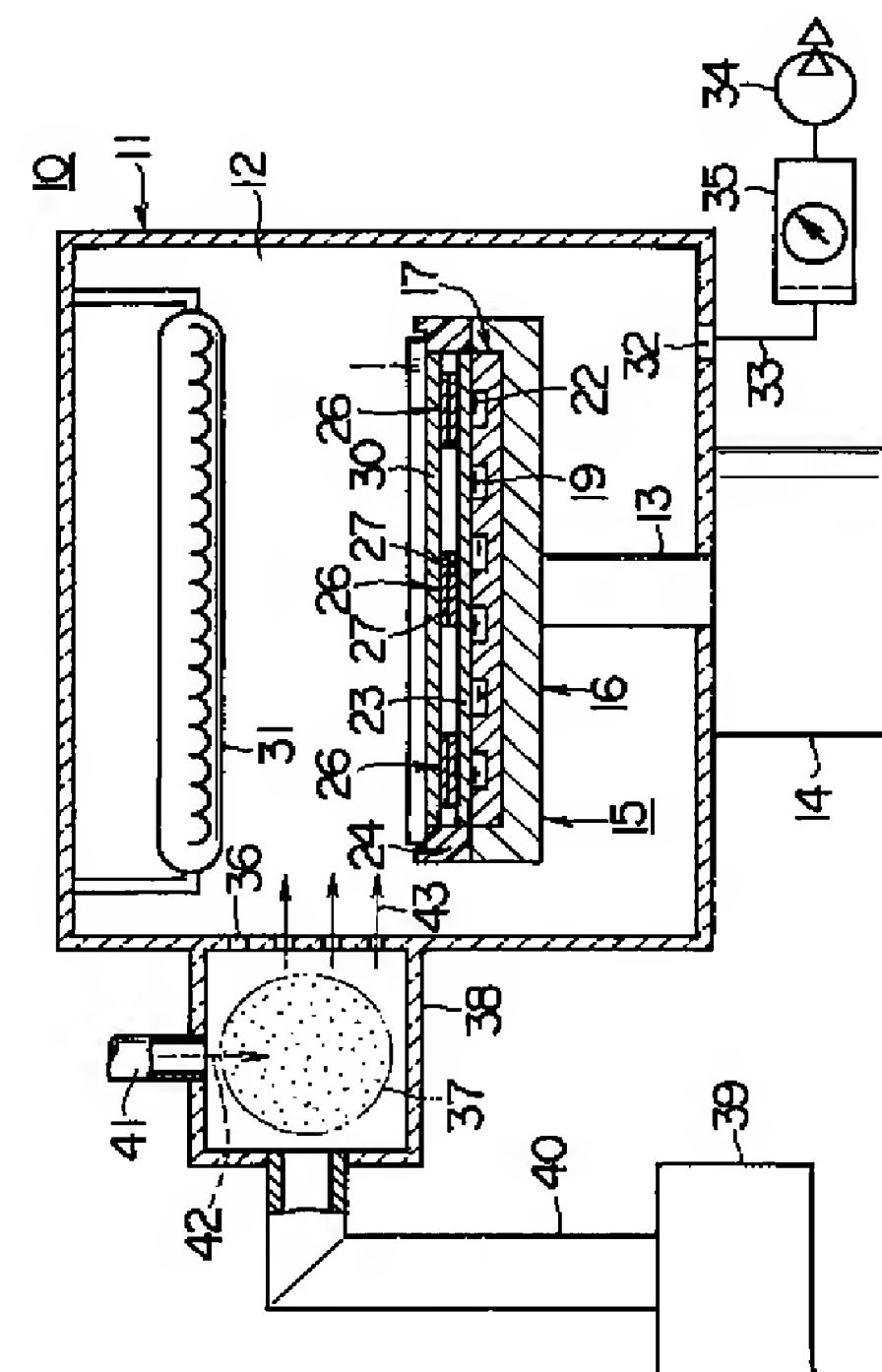
(54)【発明の名称】 基板処理装置

(57)【要約】

【課題】 ウエハの温度を迅速に昇降可能な自然酸化膜除去装置を提供する。

【解決手段】 ウエハに形成された自然酸化膜をリモートプラズマドライクリーニング方式で除去する自然酸化膜除去装置10において、ウエハ1を保持するホルダ15のベース16には熱交換器17が設置されたバッファ板23が敷設され、バッファ板23上にはペルチェ素子27が使用された複数の熱電モジュール26が配設され、熱電モジュール26の上にサセプタ30が設置されている。

【効果】 ウエハを熱電モジュールで強制冷却して自然酸化膜除去ガスによる自然酸化膜の処理能力の低下を防止する。表面処理膜の昇華に際し、ウエハをランプヒータと共に熱電モジュールで加熱して加熱時間を短縮する。昇華後にサセプタを熱電モジュールで強制冷却して次回に処理すべきウエハの待ち時間を短縮する。これらにより、自然酸化膜除去装置のスループットを向上できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被処理基板が当接されるサセプタに熱電半導体素子が設置されていることを特徴とする基板処理装置。

【請求項2】 被処理基板が当接されるサセプタに熱電半導体素子が設置されるとともに、前記サセプタの前記熱電半導体素子と反対側に前記被処理基板を非接触にて加熱するヒータユニットが設けられていることを特徴とする基板処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、基板処理装置に関し、特に、基板を加熱する技術に係り、例えば、半導体装置の製造方法において半導体ウエハに成膜処理やアニール処理、酸化膜形成処理および拡散処理等の熱処理を施す際に利用して有効なものに関する。

【0002】

【従来の技術】半導体装置の製造方法において、半導体ウエハ（以下、ウエハという。）に成膜処理やアニール処理、酸化膜形成処理および拡散処理等の熱処理を施すのにバッチ式縦形ホットウォール形熱処理装置（furnace。以下、熱処理装置という。）が、広く使用されている。

【0003】ところで、半導体装置の製造方法においては、ウエハが各工程間を移動する際にウエハが大気に晒されると、大気中の酸素や水分に起因して自然酸化膜がウエハの表面に形成されること、並びに、このウエハに形成された自然酸化膜はウエハによって製造される半導体装置に悪影響を及ぼすことが、知られている。すなわち、シリコン（Si）の表面の自然酸化膜は不完全な結晶性を有したシリコン酸化膜であり、熱処理装置のコントロールされた熱酸化によって形成されるシリコン酸化膜と比べると、必然的に膜質が劣るため、例えば、コンタクトホール底面のシリコンの表面に生成した自然酸化膜はコンタクト抵抗を増加させる。

【0004】このため、ウエハが熱処理装置によって所望の熱処理（以下、本処理という。）が施されるに際して、ウエハを弗化水素（弗酸。以下、HFという。）によって前処理洗浄することにより、ウエハに生成された自然酸化膜を予め除去することが、一般的に実施されている。ところが、前処理洗浄工程から熱処理装置による本処理工程に供給される間や、熱処理装置内においてプロセスチューブに搬入される前に、ウエハが大気に接触すると、1～2の原子層厚の自然酸化膜が形成されてしまう。そして、時間の経過に伴って成長する自然酸化膜を極力抑えるためには、前処理洗浄工程から本処理である熱処理工程までの時間を可及的に短縮する必要があるため、工程設計の自由度が小さくなってしまふ。

【0005】また、HFによる前処理洗浄はウェット洗浄であるため、半導体装置の微細化に伴って、微細なト

レンチの洗浄が困難になって来ている。そこで、ドライエッチングの原理を利用した前処理洗浄の開発が要望されている。この要望に応える技術として、リモートプラズマドライクリーニング方式による前処理洗浄技術が検討されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、リモートプラズマドライクリーニング方式による前処理洗浄技術においては、リモートプラズマが処理室に導入されることによってウエハが徐々に温められるため、自然酸化膜の除去速度が低下してしまう。実験によると、10分間の処理時間でウエハの温度は70℃になることが確認された。また、自然酸化膜除去の後処理のために、ウエハをランプによって加熱して熱処理が実施されるが、ウエハよりもウエハを保持するサセプタの方が加熱され易いため、サセプタが高温になってしまう。サセプタが高温になると、次の自然酸化膜除去処理に際して、サセプタが冷却するまでの待ち時間が必要になるため、全体としての処理時間が大幅に増加してしまう。

【0007】本発明の目的は、被処理基板の温度を迅速に昇降させることができる基板処理装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明に係る基板処理装置は、被処理基板が当接されるサセプタに熱電半導体素子が設置されていることを特徴とする。

【0009】前記した手段によれば、熱電半導体素子に正方向の電流を流すことにより、熱電半導体素子によってサセプタを加熱することができるため、被処理基板を加熱することができ、熱電半導体素子に逆方向の電流を流すことにより、熱電半導体素子によってサセプタを冷却することができるため、被処理基板を強制的に冷却することができる。すなわち、熱電半導体素子への通電方向を切り換えることにより、被処理基板の温度を迅速に昇降させることができる。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施の形態を図面に即して説明する。

【0011】本実施の形態において、本発明に係る基板処理装置は、ウエハの表面に形成された自然酸化膜をリモートプラズマドライクリーニング方式によって除去する自然酸化膜除去装置10として、図1に示されているように構成されている。

【0012】図1に示されているように、自然酸化膜除去装置10は自然酸化膜除去処理を実施するための処理室12を形成したプロセスチューブ11を備えている。プロセスチューブ11は石英ガラスが使用されて両端が閉塞した円筒形状に成形されており、中心線が垂直になるように縦に設置されている。プロセスチューブ11の下端閉塞壁の中心線上には支軸13が挿通されており、

10

20

30

40

50

支軸13はアクチュエータ14によって回転かつ昇降駆動されるようになっている。支軸13の上端にはウエハを保持するホルダ15が同心円に配されて水平に据え付けられている。

【0013】図1および図2に示されているように、ホルダ15はウエハ1よりも大径の円盤形状に形成されたベース16を備えており、ベース16の上面には熱交換器17が敷設されている。熱交換器17は上面に通水路19が渦巻き形状に没設された通水路部材18を備えており、通水路部材18はベース16の上面に同心円に埋め込まれている。通水路19の内外両端には給水管20および排水管21がそれぞれ接続されており、通水路19には熱交換媒体としての水22が給水管20から排水管21へ流通されるようになっている。通水路部材18の上面にはバッファ板23が通水路19を塞ぐように被せ付けられており、バッファ板23はアルミニウム等の熱伝導率の高い材料が使用されて円板形状に形成されている。ベース16の上面の外周辺部には枠部材24が敷設されており、枠部材24は例えば、耐熱性および耐腐蝕性を有するセラミック等の熱伝導率の低い材料が使用されて、ベース16の外径に等しい外径と通水路部材18の外径に等しい内径とを有する円形リング形状に形成されている。枠部材24の上面には段差部25が同心円に没設されている。

【0014】バッファ板23の上面には図3に示された熱電モジュール26が複数個（本実施の形態では七個）、全面に対して可及的に均等な分布となるように配設されている。図3（a）に示されているように、熱電モジュール26は熱電半導体素子であるペルチェ素子27を複数個（本実施の形態では二個）、同一方向に揃えて積層されており、図3（b）に示されているように並列に接続されている。ペルチェ素子27はn形半導体側からp形半導体側へ直流電源28によって直流電流を流すと、図3（a）に実線矢印で示された方向に熱を伝播し、図3（b）の切換スイッチ29を切り換えてp形半導体側からn形半導体側へ直流電流を流すと、図3（a）に破線矢印で示された方向に熱を伝播するようになっている。

【0015】図1および図2に示されているように、複数の熱電モジュール26の上にはウエハ1を支持するサセプタ30が敷設されており、サセプタ30はアルミニウム等の熱伝導率の高い材料が使用されて円板形状に形成されている。サセプタ30はウエハ1に接触して熱交換するものであり、熱容量が大きいと迅速な熱交換が得られないため、厚さを5mmに設定して低熱容量に形成されている。ちなみに、被処理基板としてのウエハ1の外径が200mmφである場合には、サセプタ30の外径は200mmφに設定される。

【0016】図1に示されているように、処理室12の天井壁にはランプヒータ31がホルダ15に保持された

ウエハ1を加熱するように対向して吊持されている。プロセスチューブ11の底壁には排気口32が処理室12に連通するように開設されており、排気口32には真空ポンプ34に圧力調整ユニット35を介して接続された排気管33が接続されている。

【0017】プロセスチューブ11の筒壁にはガスを処理室12へ水平方向に導入するガス導入口36が複数個、処理室12に連通するようにそれぞれ開設されており、ガス導入口36群のプロセスチューブ11の筒壁の外面にはプラズマ37の形成領域としてのプラズマ室38が設置されている。プラズマ室38のガス導入口36と反対側にはプラズマ発生装置39が導波管40を介して接続されている。プラズマ発生装置39には2.45GHzのマイクロ波プラズマ発生装置（マグネトロン）が使用されている。プラズマ室38にはガス供給管41が接続されており、ガス供給管41は水素（ H_2 ）ガス（以下、 H_2 ガスという。）、窒素（ N_2 ）ガス（以下、 N_2 ガスという。）および被活性ガスとしての三弗化窒素（ NF_3 ）ガス（以下、 NF_3 ガスという。）を供給するように構成されている。

【0018】次に、前記構成に係る自然酸化膜除去装置の作用を説明する。なお、以下の説明においては、図4（a）に示されているように、ウエハ1には前段階でコンタクトホール2が形成されており、コンタクトホール2の底部には自然酸化膜3が発生しているものとする。

【0019】図1に示されているように、自然酸化膜3を除去すべきウエハ1はウエハ移載装置によってウエハ搬入搬出口（いずれも図示せず）から搬入されて、ホルダ15のサセプタ30の上に移載される。ウエハ移載口がゲートバルブによって閉じられて処理室12が気密に維持された状態で、処理室12が真空ポンプ34によって排気管33を介して排気され、ウエハ1を保持したホルダ15がアクチュエータ14によって上昇された後に回転される。

【0020】一方、図1に示されているように、プラズマ室38にはプラズマ37がプラズマ発生装置39によって形成されるとともに、 H_2 ガス、 N_2 ガスおよび NF_3 ガス（以下、原料ガスという。）42が供給される。プラズマ室38に供給された原料ガス42はプラズマ37によって活性化される。活性化された原料ガス42は自然酸化膜除去ガス43となって処理室12の排気力および原料ガス42の給気力によってプラズマ室38を処理室12に向かって流れ、ガス導入口36から処理室12に流れ込む。

【0021】処理室12に流れ込んだ自然酸化膜除去ガス43は処理室12の全体に均等に拡散し、支軸13によって回転されているホルダ15に保持されたウエハ1の全面に均等に接触する。ウエハ1に接触した自然酸化膜除去ガス43はウエハ1の表面の自然酸化膜3と反応し、図4（b）に示されているように、Si、N、H、

Fの混合した生成物の膜(以下、表面処理膜という。)4を形成する。ちなみに、本実施の形態の場合には表面処理膜は、 $(\text{NF}_4)_2\text{SiF}_6$ 、 $(\text{NF}_3)_X(\text{SiF}_3)_Y$ によって形成されている。

【0022】この反応に際して、熱電モジュール26のペルチェ素子27にはn形半導体側からp形半導体側へ通電されて、図3(a)に実線矢印で示されているように、サセプタ30側からバッファ板23側へ熱が伝播されることにより、サセプタ30に接したウエハ1が熱電モジュール26によって強制的に冷却され、ウエハ1の温度が30℃以下に維持される。ちなみに、熱電モジュール26のウエハ1側の冷却面の温度は-10℃になり、熱電モジュール26のバッファ板23側の放熱面の温度は120℃になる。バッファ板23に伝播された熱はバッファ板23に敷設された熱交換器17によって放熱されるため、熱電モジュール26は熱電機能を損なうことなくウエハ1の温度を30℃以下に強制冷却することができる。この際、熱電モジュール26の放熱面の温度は120℃にも達するので、熱交換器17の放熱媒体としての水22は温度が20℃の水道水等であっても効率よく放熱することができる。

【0023】以上の表面処理膜を形成するために設定された処理時間が経過すると、ガス供給管41による原料ガス42の供給が停止されるとともに、プラズマ発生装置39の駆動も停止される。また、処理室12の残留ガスは処理室12が排気管33によって排気されることにより排出される。

【0024】残留ガス排出時間が経過すると、ホルダ15に保持されたウエハ1がランプヒータ31および熱電モジュール26によって100℃以上に加熱される。この際には、熱電モジュール26のペルチェ素子27にはp形半導体側からn形半導体側へ通電されて、図3

(a)に破線矢印で示されているように、バッファ板23側からサセプタ30側へ熱が伝播されることにより、サセプタ30に接したウエハ1が熱電モジュール26によって強制的に加熱される。ちなみに、熱電モジュール26のウエハ1側の加熱面の温度は120℃になり、熱電モジュール26のバッファ板23側の冷却面の温度は-10℃になる。バッファ板23には熱交換器17によって熱が供給されるため、熱電モジュール26は熱電機能を損なうことなくウエハ1の温度を100℃以上に加熱することができる。この際、熱電モジュール26の冷却面の温度は-10℃にも達するので、熱交換器17の放熱媒体としての水22は温度が20℃の水道水等であっても効率よく熱を補給することができる。

【0025】なお、このサセプタ30の昇温時に枠部材24は熱電モジュール26によって加熱されていないため、枠部材24の温度は30℃~40℃程度になっている。しかし、枠部材24は熱伝導率の低い材料によって形成されており、しかも、ウエハ1およびサセプタ30

の外周の僅かな面積だけで接触していることにより、ウエハ1およびサセプタ30の熱を奪うのを抑制することができるため、熱電モジュール26の加熱を効率よく実行させることができる。

【0026】以上の熱電モジュール26およびランプヒータ31の加熱によって、図4(c)に示されているように、表面処理膜4は昇華する。この表面処理膜4の昇華により、ウエハ1の自然酸化膜3が除去されてウエハ1の表面にはSi面5が露出した状態になる。

【0027】表面処理膜を昇華するために設定された処理時間が経過すると、熱電モジュール26およびランプヒータ31による加熱が停止され、処理室12の残留ガスが排気管33の排気力によって排出される。

【0028】残留ガス排出時間が経過すると、ホルダ15の処理済みウエハ1はウエハ移載装置によってディスチャージングされて、ゲートバルブによって開放されたウエハ移載口を通じてウエハキャリア(図示せず)に移載される。以降、前述した作用が繰り返されて複数枚のウエハ1が自然酸化膜除去装置10によってバッチ処理されて行く。

【0029】本実施の形態においては、熱電モジュール26による加熱が停止された後に、熱電モジュール26のペルチェ素子27にはn形半導体側からp形半導体側へ通電されて、図3(a)に実線矢印で示されているように、サセプタ30側からバッファ板23側へ熱が伝播されることにより、サセプタ30が熱電モジュール26によって強制的に冷却される。このようにして熱電モジュール26によってサセプタ30が強制的に冷却されることにより、サセプタ30を100℃の昇華温度から30℃の自然酸化膜除去ガス43による処理温度まで短時間で下降させることができるため、次回に処理すべきウエハ1をその自然冷却の待ち時間なしにサセプタ30に移載することができる。

【0030】前記実施の形態によれば、次の効果が得られる。

【0031】1) 自然酸化膜除去ガスによる自然酸化膜の処理に際して、ウエハを熱電モジュールによって強制的に冷却することにより、ウエハの温度を30℃以下に維持することができるため、自然酸化膜除去ガスによる自然酸化膜の処理速度の低下を防止することができ、単位時間当たりの処理速度(スループット)を向上させることができる。

【0032】2) 表面処理膜を昇華するための処理に際して、ウエハをランプヒータと共に熱電モジュールによって加熱することにより、加熱時間を短縮することができるため、スループットを向上させることができる。

【0033】3) 表面処理膜の昇華処理後にサセプタを熱電モジュールによって強制的に冷却することにより、サセプタを100℃の昇華温度から30℃の自然酸化膜除去ガスによる処理温度まで短時間で下降させることが

できるため、次回に処理すべきウエハをその自然冷却の待ち時間なしにサセプタに移載することができ、スループットを向上させることができる。

【0034】4) ウエハを複数の熱電モジュールによってサセプタを介して冷却および加熱することにより、複数の熱電モジュールの温度をサセプタの全面に分散させることができるため、ウエハを全面にわたって均一に冷却および加熱することができる。

【0035】5) ウエハを保持したホルダを回転させることにより、自然酸化膜除去ガスをウエハの全面に均等に接触させることができるため、ウエハの自然酸化膜を均一に除去することができる。

【0036】6) 枠部材を熱伝導率の低い材料によって形成することにより、ウエハおよびサセプタの熱を奪うのを抑制することができるため、熱電モジュールの冷却および加熱を効率よく実行させることができる。

【0037】なお、図5は処理時間の短縮効果を示す各グラフであり、(a)は比較例の場合を示しており、(b)は本実施の形態の場合を示している。

【0038】図5(a)の折れ線と(b)の折れ線とを結んだ一点鎖線で明らかな通り、本実施の形態によれば、自然酸化膜処理工程全体としての処理時間を比較例に対して大幅に短縮(約半減)することができる。

【0039】また、図6は熱電モジュールの冷却能力を示すグラフである。図6において、縦軸にはサセプタの温度(℃)が取られ、横軸には時間(分)が取られている。破線曲線はサセプタを水冷式の熱交換器によって冷却した場合を示しており、実線曲線はサセプタを熱電モジュールと水冷式の熱交換器との組み合わせによって冷却した本実施の形態の場合を示している。

【0040】図6によれば、サセプタを熱電モジュールと水冷式の熱交換器との組み合わせによって冷却した本実施の形態の場合はサセプタを水冷式の熱交換器によって冷却した場合に比べて飛躍的に冷却能力が増加することが、理解される。

【0041】なお、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々に変更が可能であることはいうまでもない。

【0042】例えば、熱電モジュールはペルチェ素子を使用して構成するに限らず、他の半導体熱電素子を使用して構成してもよい。

【0043】ランプヒータは処理室の内部に設置するに限らず、処理室の外部に設置してもよいし、他のヒータユニットを使用してもよい。さらに、熱電モジュールの加熱能力によっては、ランプヒータやヒータユニットは省略してもよい。但し、ウエハを熱電モジュールと反対側から非接触にて加熱するヒータユニットを併設した場合には、ウエハを両面から加熱することができるため、加熱時間をより一層短縮することができる。

【0044】プラズマ発生装置はマイクロ波プラズマ発生装置(マグネトロン)を使用するに限らず、誘導結合型ECRおよびマグネトロン型ECR等を使用してもよい。

【0045】熱交換器は前記構造の通水式の熱交換器を使用するに限らず、通水管をバッファ板の下面に敷設した通水式の熱交換器を使用してもよいし、通気(空冷)式の熱交換器等を使用してもよい。

【0046】前記実施の形態ではウエハに自然酸化膜除去処理が施される場合について説明したが、被処理基板はホトマスクやプリント配線基板、液晶パネル、コンパクトディスクおよび磁気ディスク等であってもよい。

【0047】原料ガスとしては、H₂ ガス、N₂ ガスおよびNF₃ ガスを使用するに限らず、C₂F₆、O₂、Ar、ClF₃、Heや他のハロゲンガス等を使用することができる。

【0048】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、被処理基板の温度を迅速に昇降させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態である自然酸化膜除去装置を示す縦断面図である。

【図2】ホルダを示しており、(a)は一部切断平面図、(b)は正面断面図である。

【図3】熱電モジュールを示しており、(a)は模式図、(b)は回路図である。

【図4】自然酸化膜除去作用を説明するための各説明図である。

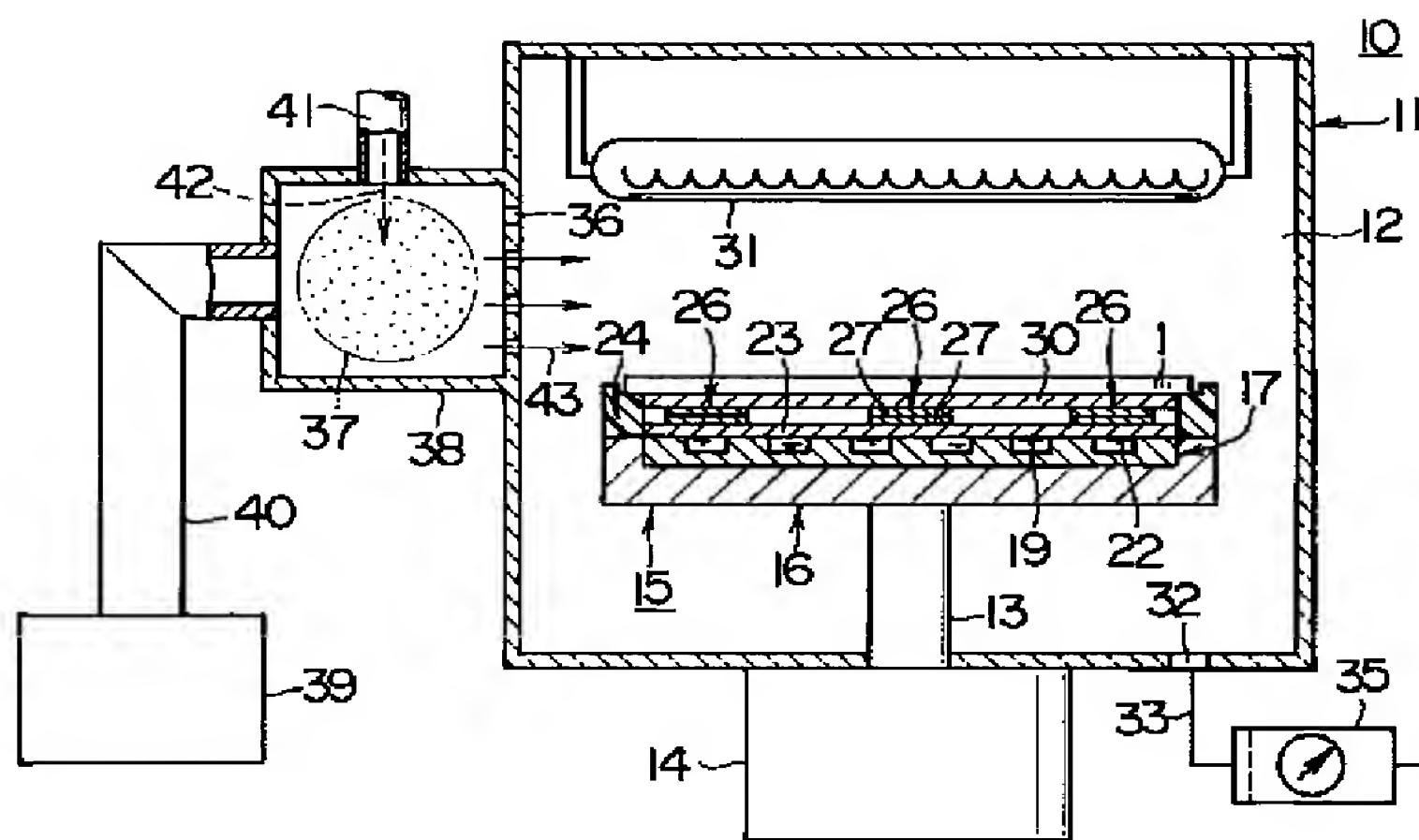
【図5】処理時間の短縮効果を示す各グラフであり、(a)は比較例の場合を示しており、(b)は本実施の形態の場合を示している。

【図6】熱電モジュールの冷却能力を示すグラフである。

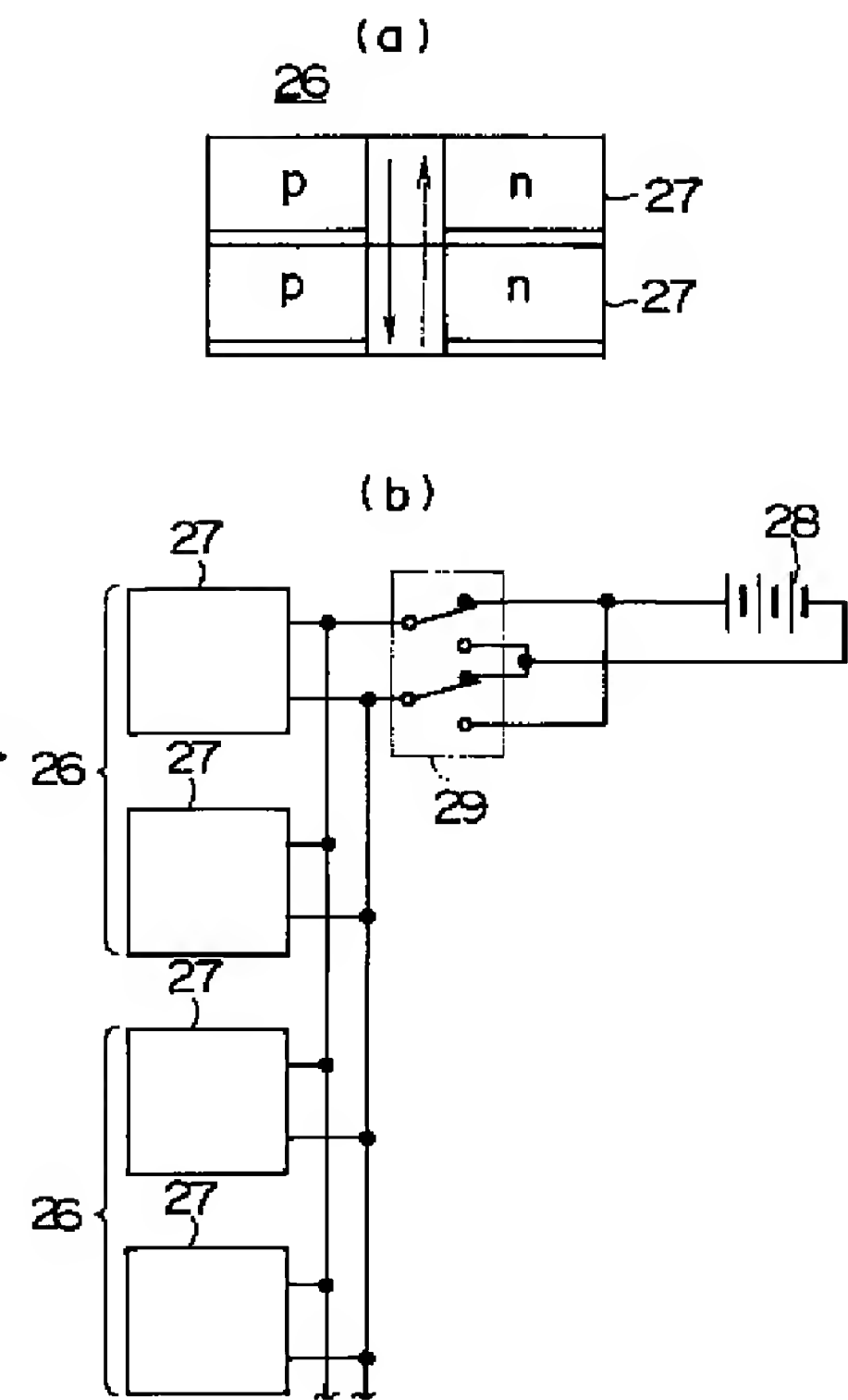
【符号の説明】

1…ウエハ(基板)、2…コンタクトホール、3…自然酸化膜、4…表面処理膜、5…Si面、10…自然酸化膜除去装置(基板処理装置)、11…プロセスチューブ、12…処理室、13…支軸、14…アクチュエータ、15…ホルダ、16…ベース、17…熱交換器、18…通水路部材、19…通水路、20…給水管、21…排水管、22…水(熱交換媒体)、23…バッファ板、24…枠部材、25…段差部、26…熱電モジュール、27…ペルチェ素子(熱電半導体素子)、28…直流電源、29…切換スイッチ、30…サセプタ、31…ランプヒータ、32…排気口、33…排気管、34…真空ポンプ、35…圧力調整ユニット、36…ガス導入口、37…プラズマ、38…プラズマ室、39…プラズマ発生装置(マグネトロン)、40…導波管、41…ガス供給管、42…原料ガス、43…自然酸化膜除去ガス。

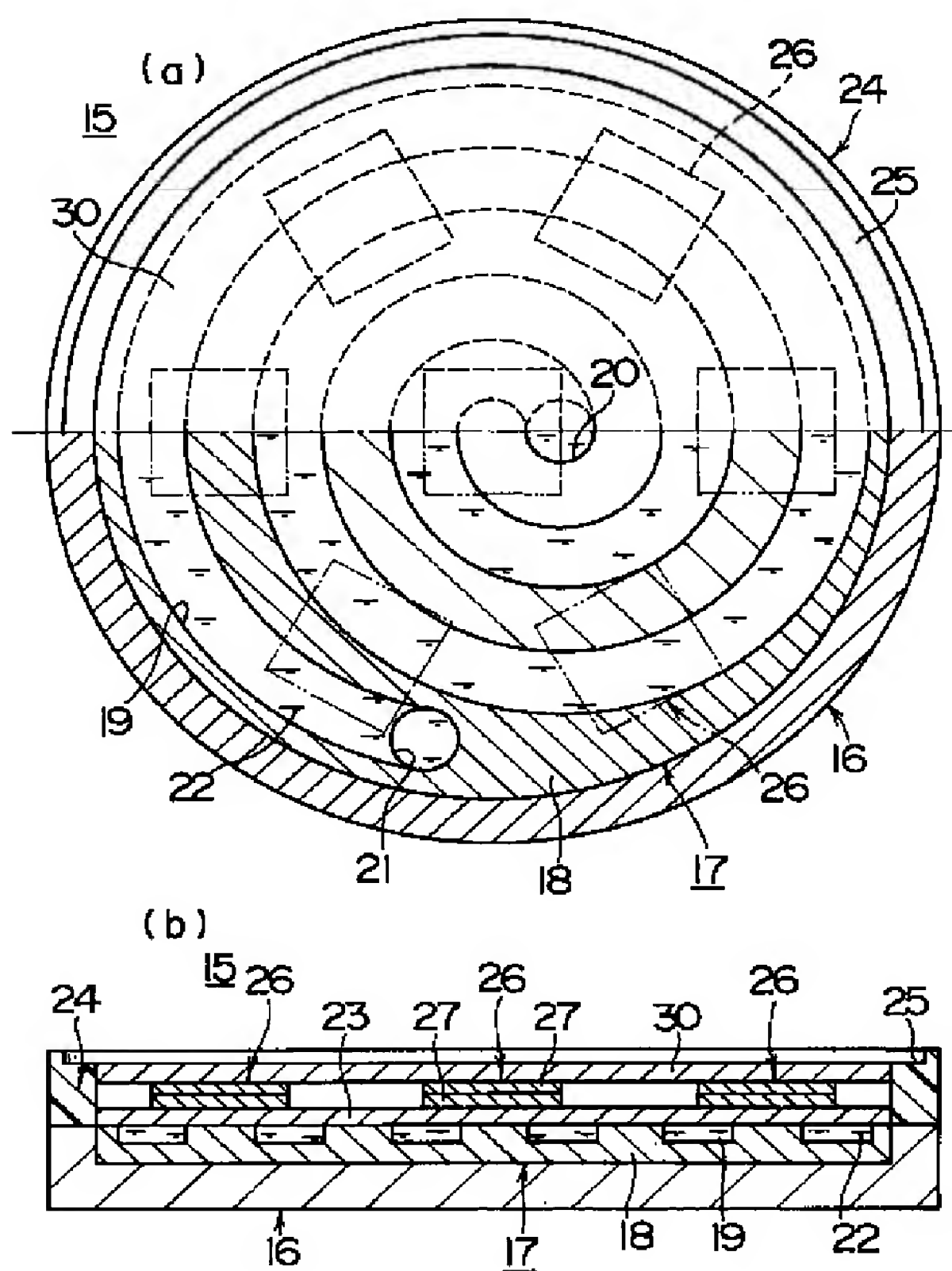
【図1】



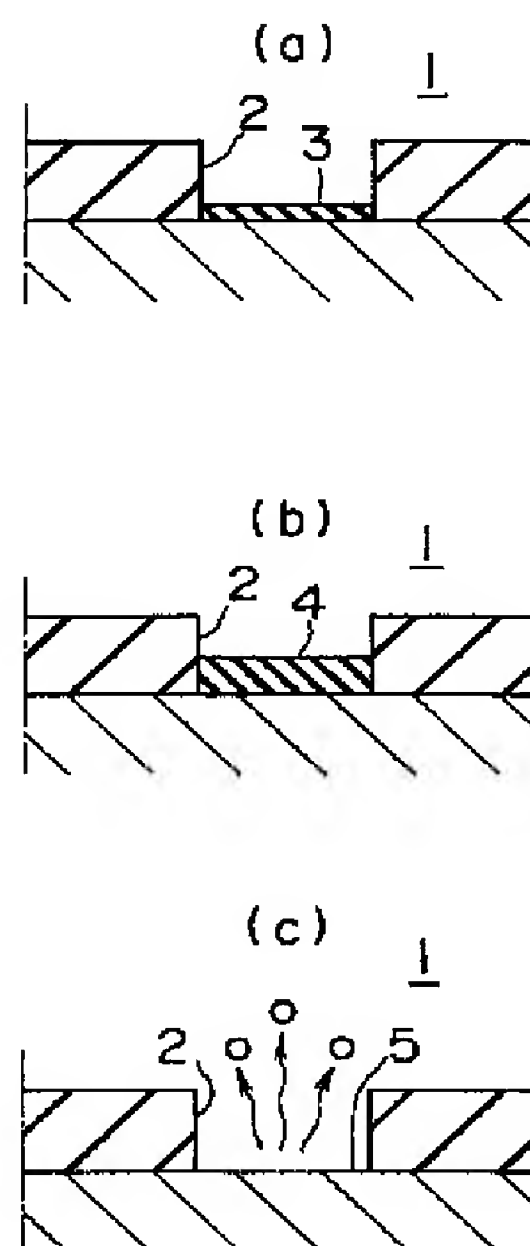
【図3】



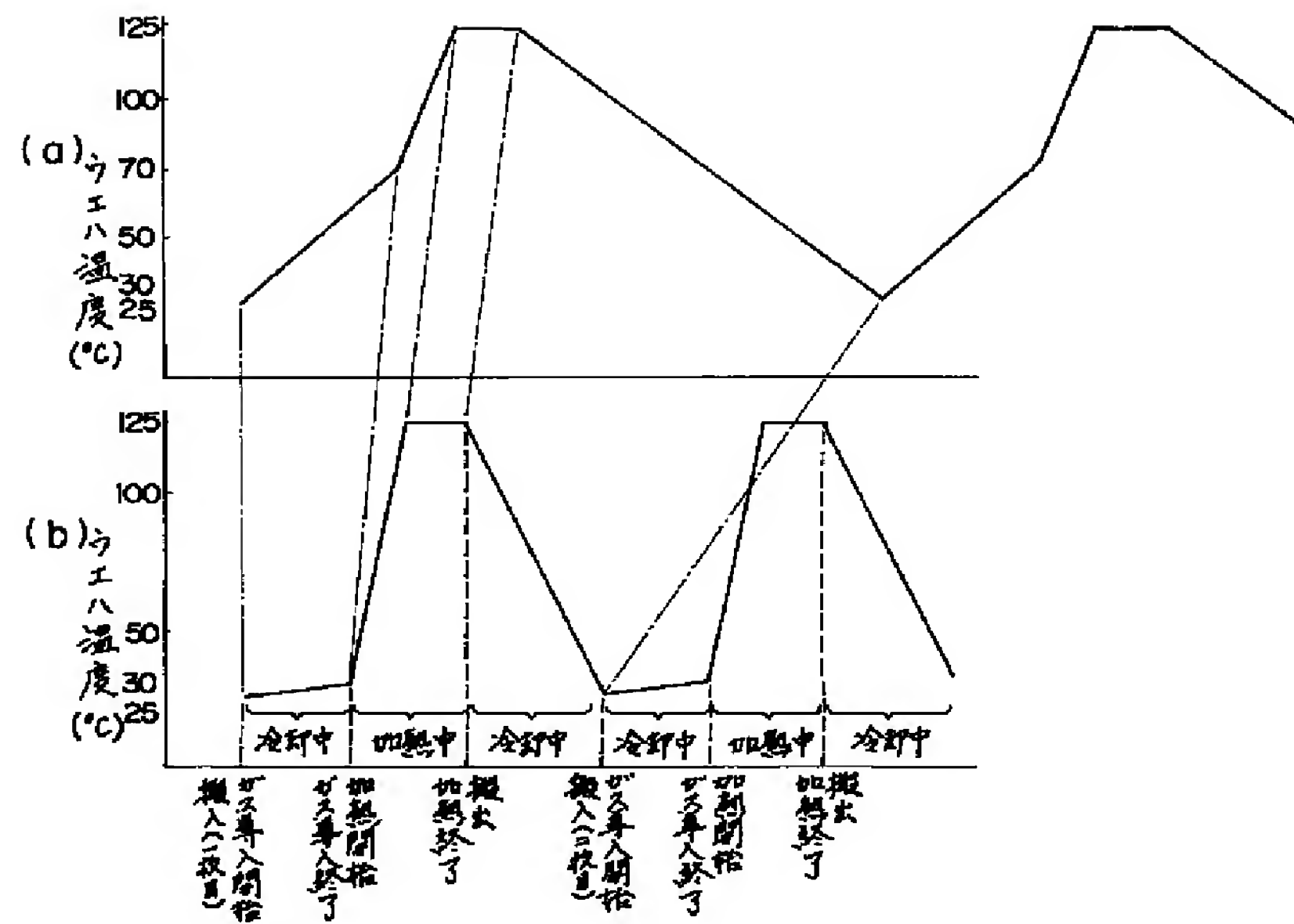
【図2】



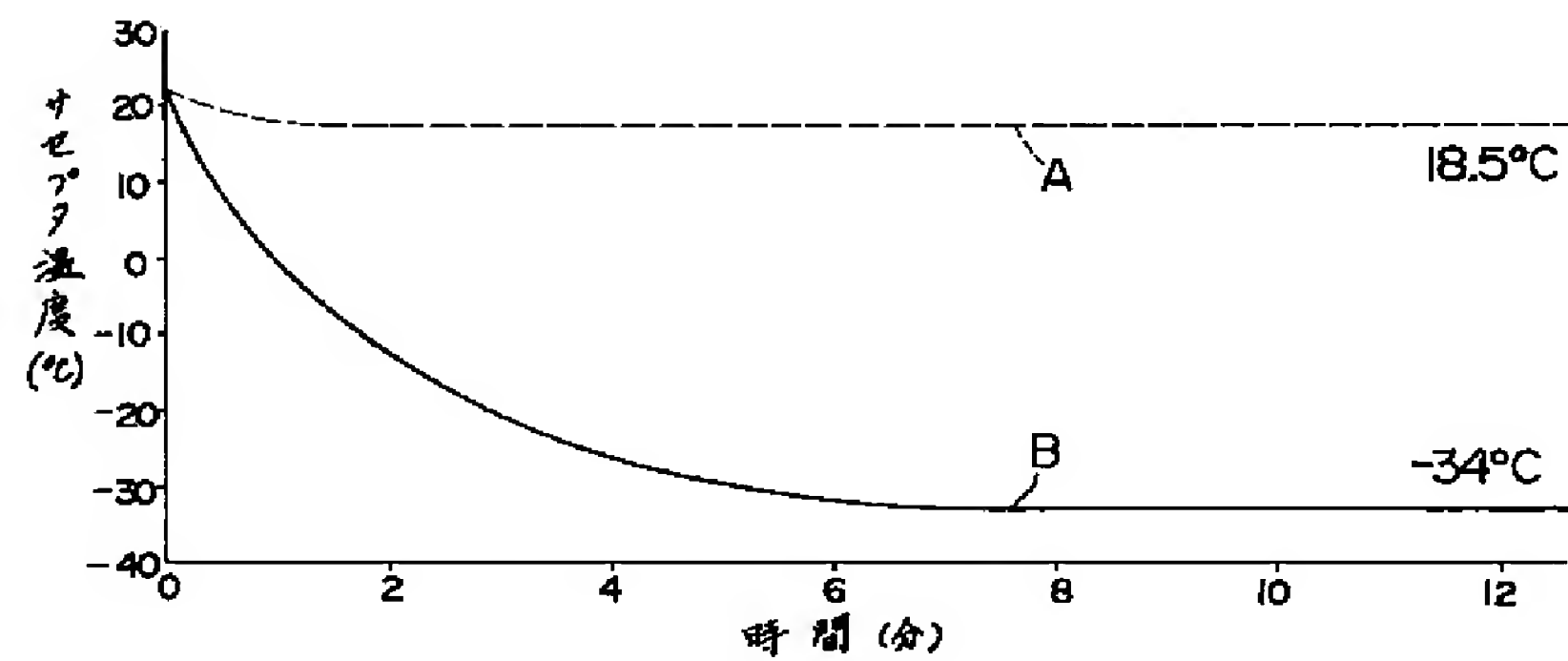
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷
H01L 21/26

識別記号

F I
H01L 21/26

テームコード(参考)
G

Fターム(参考) 4K029 AA24 BD01 DA08 EA08
4K030 CA04 CA12 KA24
5F004 AA14 BA03 BB14 BB25 BB26
DA00 DA02 DA17 DA22 DA23
DA24 DA25 DA26
5F045 BB08 DP04 DP28 EB13 EH03
EH17 EH18 EJ03 EJ08 EJ09
EK01 EK12 EM02 EM10

PAT-NO: JP02002299319A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2002299319 A
TITLE: SUBSTRATE PROCESSOR
PUBN-DATE: October 11, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TAKEBAYASHI, MOTONARI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC	N/A

APPL-NO: JP2001095809
APPL-DATE: March 29, 2001

INT-CL (IPC): H01L021/3065 , C23C014/50 ,
C23C016/46 , H01L021/205 ,
H01L021/22 , H01L021/26

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a natural oxide film removing device which can rapidly raise and lower the temperature of a wafer.

SOLUTION: The natural oxide film removing device 10 removes a natural oxide film, formed on the wafer on a remote plasma dry cleaning basis; and a buffer plate 23, where a heat exchanger 17

is installed is laid on the base 16 of a holder 15 which holds the wafer 1, thermoelectric modules 26 using Peltier elements 27 are arranged on the buffer plate 26, and susceptors 30 are installed on the thermoelectric modules 26. Consequently, the wafer is forcibly cooled by the thermoelectric modules to prevent the processing capacity for the natural oxide film by natural oxide film removing gas from decreasing. When a surface processing film undergoes sublimation, the wafer is heated by the thermoelectric modules, together with a lamp heater to shorten the heating time. The susceptors are forcibly cooled by the thermoelectric modules, after the sublimation to shorten the wait time of a wafer to be processed next. Thus, the throughput of the natural oxide film removing device can be improved.

COPYRIGHT: (C) 2002, JPO